



GEOENGENHARIA, CRISE CLIMÁTICA E ÉTICA AMBIENTAL

MILENE CONSENSO TONETTO¹

Resumo: O objetivo do artigo é defender que além dos deveres centrais de mitigação e adaptação, a geoengenharia pode ser considerada um método complementar para lidar com a mudança climática. Uma crítica que será averiguada é se a mudança do clima, através da geoengenharia, está sendo abordada a partir da postura da reparação tecnológica (*technofix*). O artigo defenderá que as reduções das emissões de gases de efeito estufa (GEE) podem não ser suficientes para enfrentar a crise climática e, desse modo, que a pesquisa em geoengenharia pode ser necessária. Ela deverá ser desenvolvida e aplicada levando em conta o princípio da precaução e os chamados “Princípios de Oxford”.

Palavras-chave: geoengenharia, princípio da precaução, princípios de Oxford, mudança do clima.

1. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Email: mitonetto@yahoo.com.br

GEOENGINEERING, CLIMATE CRISIS AND ENVIRONMENTAL ETHICS

Abstract: The aim of the paper is to argue that in addition to the core duties of mitigation and adaptation, geoengineering may be considered a complementary method to deal with climate change. A critique that will be investigated is whether geoengineering is a technofix to climate change. The paper will argue that greenhouse gases (GHG) emission reductions may not be sufficient to address the climate crisis and thus that more geoengineering research is needed. It will be argued that geoengineering should be developed and applied taking into account the precautionary principle and the so-called “Oxford Principles”.

Keywords: geoengineering, precautionary principle, Oxford principles, climate change.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A mudança climática² pode ser considerada um dos principais desafios que a humanidade enfrenta nos dias atuais. O *Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima* (IPCC³) defende um consenso científico sobre a transformação física que ocorre no clima. Ele faz avaliações regulares e publica relatórios com base científica sobre a mudança climática, seus impactos e riscos futuros sendo a principal referência internacional do tema. Tendo por base os estudos do IPCC, a Conferência do Clima da ONU aprovou em 2015 o *Acordo de Paris* que obriga, pela primeira vez, os países signatários a adotar medidas para reduzir as emissões de gases do efeito estufa (GEE) e para enfrentar os impactos das mudanças do clima. O *Acordo* determina “manter o aumento da temperatura média global a menos de 2 graus Celsius acima dos níveis pré-industriais”. Segundo o relatório IPCC (2014), o aumento da temperatura acima desse limite trará sérios riscos ao planeta, a saber,

2. A mudança climática envolve mudanças significativas, ao longo de várias décadas ou mais, na temperatura, precipitação, padrões de vento e outros aspectos do clima. O aquecimento global é apenas um aspecto da mudança climática. É um termo usado para descrever o aumento na temperatura média global da superfície da Terra, que é causada principalmente pelo aumento das concentrações de gases de efeito estufa como dióxido de carbono, metano etc na atmosfera. Os termos “aquecimento global” e “mudança climática” às vezes são usados de forma intercambiável, mas o aquecimento é apenas uma das maneiras pelas quais o clima é afetado com aumento das concentrações de gases de efeito estufa (GEE). Conferir: (IPCC, 2007).

3. O *Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima* (IPCC, na sigla em inglês para *Intergovernmental Panel on Climate Change*) foi criado em 1988 pela World Meteorological Organization (WMO) e pela United Nations Environment Programme (UNEP).

perda de ecossistemas e biodiversidade, elevação do nível do mar, aumento das secas, tempestades, furacões e enchentes, perda de recursos para subsistência etc.

De modo geral, temos três medidas para combater a mudança climática: *mitigação*, *adaptação* e *geoengenharia*. As duas abordagens mais convencionais são a mitigação e a adaptação. Ao lado dessas duas abordagens tradicionais, a geoengenharia pode ser considerada um outro método para lidar com a mudança climática que já está sendo desenvolvida. No item 4 deste artigo, a geoengenharia e o princípio da precaução serão abordados. O Acordo de Paris considera as orientações do Relatório do IPCC (2014) e da Convenção do Clima (1992), a saber, que os problemas devem ser enfrentados em termos de 1) *mitigação* dos efeitos da mudança do clima e 2) financiamento de tecnologias de defesas *adaptativas*. A *mitigação* diz respeito aos esforços para limitar a magnitude da mudança climática antropogênica ao reduzir⁴ as emissões de GEE e melhorar os sumidouros⁵ de GEE. Pode-se citar, por exemplo: 1) redução das emissões; 2) redução do uso de combustíveis fósseis; 3) redução das emissões dos dejetos de criação de animais não humanos. A *adaptação* refere-se aos esforços para moderar os danos associados com a mudança climática global⁶. Por exemplo, 1) produção de combustíveis renováveis; 2) desenvolvimento de defesas para o oceano; 3) desenvolvimento de defesas ecológicas, tais como: as sementes geneticamente modificadas.

Apesar de haver consenso entre quase todos os cientistas, organizações científicas e governos etc. de que a mudança está acontecendo e é causada pela atividade humana, ainda há muitos questionamentos sobre a validade de tais afirmações e dúvidas sobre as evidências que acabam por interferir em decisões éticas e políticas. Aqueles que negam sua ocorrência afirmam que as mudanças recentes atribuídas à atividade humana podem ser vistas como parte das variações naturais do clima e da temperatura da Terra. Além disso, defendem que é difícil ou impossível estabelecer uma conexão direta entre a mudança climática e

4. É possível reduzir as emissões de GEE com uma combinação de técnicas, tecnologias e outras medidas, que incluem: 1) uso de fontes de energia de baixo ou nenhum teor de carbono; 2) aumento da economia de energia e da eficiência no uso da energia; 3) captura e armazenamento de carbono e expansão do sequestro de carbono; e 4) estilos de vida e escolhas de baixo consumo de carbono.

As fontes de energia e as técnicas de baixa ou nenhuma emissão de carbono desenvolvidas recentemente e disponíveis atualmente incluem energias renováveis (como energia solar, energia eólica, energia geotérmica, hídrica e energia das marés e do oceano), biocombustíveis, troca de combustível (por exemplo, do carvão para o gás natural) e energia nuclear, a mais controversa (UNESCO, 2014, p. 130).

5. Sistemas que retiram GEE da atmosfera, por exemplo, as florestas.

6. Exemplos de medidas de adaptação possíveis. Na agricultura: desenvolvimento de culturas tolerantes/resistentes (à seca, salinidade, insetos/pragas), diversificação de culturas; mudanças no uso e na aplicação de fertilizantes, mudanças nos períodos de plantio e colheita, manejo da água do solo, controle de erosão. Exemplos de intervenções adaptativas para a água: aproveitamento de águas pluviais (Butão, Burundi, Mali, Serra Leoa), estabilização da dinâmica dos rios e cursos de água (Burundi, Mauritània, Moçambique), infraestrutura de proteção costeira (Maldivas). E, na saúde: tecnologia de baixo custo para tratamento de água usada em hospitais, Educação e formação de profissionais nas áreas de meio ambiente e saúde.

qualquer evento climático extremo ocorrido. Embora essa última afirmação possa ser verdadeira, décadas de análises de dados confirmam a realidade da mudança climática e a participação humana nesse processo. Esses argumentos têm interferido em decisões políticas adotadas por líderes mundiais: por exemplo, em 2017, o presidente americano Donald Trump cumpriu sua promessa de tirar os EUA do Acordo de Paris.

Considerando essa problematização, o objetivo desse artigo é defender que há razões éticas para combater a mudança do clima. Temos razões justificadas tanto para mitigar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) quanto para investir em ações para se adaptar à mudança climática. Uma crítica que será averiguada é se a mudança do clima, através da geoengenharia, está sendo abordada a partir da postura da reparação tecnológica (*technofix*) e considerada um problema que está aguardando uma solução técnico-científica “milagrosa”. O artigo defende que a mudança climática é um fenômeno ambiental que tem impactos culturais e políticos e que deve remodelar a maneira como pensamos sobre nossos hábitos de consumo e sobre nossas sociedades. Consequentemente, deve-se agir principalmente para reduzir as emissões de combustíveis fósseis e prezar pelo desenvolvimento sustentável.

1 A MUDANÇA DO CLIMA E O PARADIGMA TECNOCRÁTICO

As teorias éticas filosóficas apresentam diferentes argumentos para avaliar e justificar deveres para combater a mudança do clima. Algumas delas dão grande ênfase às falhas de tecnologias já utilizadas e nas soluções tecnológicas que são frequentemente oferecidas. De acordo com Dale Jamieson, “a mudança do clima é o tipo de problema que não existiria se não fossem o uso das tecnologias modernas” (2008, p. 10). Ela é em grande parte causada pela emissão de dióxido de carbono, um subproduto da combustão de combustíveis fósseis, que acontece desde a Revolução Industrial e continua a operacionalizar o modo de vida das sociedades industriais. “A Terra já aqueceu 0,6°C (mais de 1° Fahrenheit) desde a era pré-industrial, e as emissões que já ocorreram nos comprometem a pelo menos outro aquecimento de 0,4–0,6°C (0,72–1,08°F)” (JAMIESON, 2008, p. 10). As emissões de dióxido de carbono e outros gases que podem modificar o clima continuam aumentando e agravam o problema para as gerações futuras. Embora tenha sido causado principalmente pelos moradores dos países industrializados, quem sofrerá mais com ele será a natureza não-humana e os descendentes das pessoas mais pobres e vulneráveis. Dados do relatório “As desigualdades extremas das emissões de carbono” da Oxfam (2015)

avaliam que a metade da população mais pobre do mundo será a mais ameaçada pelas tempestades, secas e outros eventos catastróficos provocados pelas mudanças climáticas. Todavia, ela é a responsável por apenas 10% das emissões de carbono. Os 10% dos países mais ricos produzem metade das emissões mundiais (OXFAM, 2015, p. 01).

Diante desse quadro, a solução que muitos líderes políticos e formadores de opinião aprovam é um maior investimento no desenvolvimento tecnológico. Gerações de tecnologias passadas foram desenvolvidas para resolver problemas e reduzir o trabalho em um mundo em que os custos ambientais não eram significativos. Agora que elas se tornaram imprescindíveis, uma nova geração de tecnologia é necessária para executar essas funções de economia de trabalho, mas com uma preocupação muito maior com o meio ambiente. O desenvolvimento tecnológico promete, por exemplo, como solução para a mudança climática, uma nova geração de carros movidos a hidrogênio. Isso *não* implicaria a mudança de valores ou hábitos, pois poderíamos ainda dirigir nas rodovias, mas o impacto na atmosfera seria reduzido. Outros apostam em novas tecnologias para descarbonizar os combustíveis, ou mesmo tecnologias que nos permitiriam gerenciar geograficamente o clima.

Embora a tecnologia possa produzir coisas valiosas para melhorar a qualidade de vida do ser humano, elas também têm dado àqueles que detêm o conhecimento e o poder econômico um domínio muito grande sobre os seres humanos e sobre o mundo. Em 2015, o Papa Francisco defendeu na encíclica “*Laudato Si’ – Sobre o Cuidado da Casa Comum*” que estamos fascinados pelo *paradigma tecnocrático*, o qual trouxe, entre outras coisas, o crescimento ilimitado. Segundo ele, esse paradigma “supõe a mentira da disponibilidade infinita dos bens do planeta, que leva a ‘espremê-lo’ até ao limite e para além do mesmo” (PAPA FRANCISCO, 2015, §106). A sua principal crítica afirma que aqueles que defendem esse paradigma parecem não se preocupar com “o justo nível da produção, uma melhor distribuição da riqueza, um cuidado responsável do meio ambiente ou os direitos das gerações futuras. Com os seus comportamentos, afirmam que é suficiente o objetivo da maximização dos ganhos” (2015, §108). Fica evidente, nesta publicação, que o Papa Francisco rejeita o *modelo de dominação* usado para justificar a relação do homem com a natureza: “(...) foi dito que a narração do Gênesis, que convida a ‘dominar’ a terra (cf. Gn 1, 28), favoreceria a exploração selvagem da natureza, apresentando uma imagem do ser humano como dominador e devastador. Mas esta não é uma interpretação correta da Bíblia, como a entende a Igreja” (2015, §67)⁷.

7. Lynn White Jr, no artigo *The Historical Roots of Our Ecologic Crisis*, defendeu que o cristianismo, especialmente na sua forma ocidental, “é a religião mais antropocêntrica que o mundo tem visto” (WHITE, 1967, p. 1205). Assim, sua contribuição ideológica para os problemas ambientais é a visão de que os seres humanos estão separados da natureza e que eles podem dominá-la para usá-la para alcançar nossos fins: “O cristianismo, em absoluto contraste com o paganismo antigo e as religiões asiáticas (exceto, talvez, o zoroastrismo), não apenas estabeleceu um dualismo entre o homem e a

O paradigma tecnocrático é popular entre aqueles que prometem soluções para problemas ambientais sem forçar a mudança de valores, dos modos de vida ou dos sistemas econômicos que são a fonte dos problemas. Tal paradigma também cultiva o otimismo tecnológico, a saber, a imagem da tecnologia como capaz de resolver qualquer problema (SANDLER, 2017, p. 104; 107). Esta postura também está relacionada com a reparação técnica (*the technofix*). Por isso, é comum ver políticos de várias tendências defenderem a saída dos problemas ambientais através do desenvolvimento tecnológico, embora muitas vezes haja uma imprecisão considerável sobre o que essas novas tecnologias poderiam realmente realizar. Qualquer que seja o potencial que tais soluções de alta tecnologia possam ter para melhorar os problemas ambientais, elas parecem quase inteiramente irrelevantes para as necessidades dos mais pobres, que muitas vezes estão tentando sobreviver diante da escassez de comida e da poluição do ar e da água.

2 A REPARAÇÃO TÉCNICA E A GEOENGENHARIA

O termo *technofix*/reparação técnica é empregado para se referir “ao uso da tecnologia para lidar com os efeitos problemáticos de práticas, atividades ou instituições, ao invés de enfrentar suas causas fundamentais” (SANDLER, 2017, p. 284). Os eticistas ambientais geralmente apresentam críticas e preocupações com as propostas de reparação tecnológica. Por exemplo, a objeção que se faz ao uso de sementes geneticamente modificadas é a de que isso seria uma solução técnica para os problemas gerados pela monocultura industrial de *commodities*. Um outro exemplo fornecido afirma que a restauração ecológica seria uma reparação técnica que não enfrenta as causas da degradação ecológica, mas ao invés, apenas tenta desfazê-la depois de ter ocorrido (KATZ, 2003). Com a promessa da restauração de um ambiente, é menos provável que as pessoas se motivem a prevenir a degradação ecológica permitindo que as atividades danosas ainda aconteçam. E uma objeção importante que se faz em relação a geoengenharia ou engenharia do clima é a de ser uma reparação tecnológica para a mudança do clima (HOURDEQUIN, 2015, p. 166; SANDLER, 2018, p. 285).

Em 2009, a The Royal Society publicou o relatório *Geoengenharia do Clima*. Nele, a geoengenharia é definida como “a manipulação deliberada em grande escala do ambiente planetário para combater as alterações climáticas antropogênicas” (ROYAL SOCIETY, 2009, 01). As tecnologias de geoengenharia devem ser vistas como potenciais ferramentas adicionais para lidar com as mudanças climáticas, não como um substituto para adaptação ou para a mitigação dos gases do efeito estufa. O

natureza, mas também insistiu que é da vontade de Deus que o homem explore a natureza para seus próprios fins” (WHITE, 1967, p. 1205). White defende, portanto, que este modelo dominante da relação natureza homem tem suas raízes na tradição judaico-cristã ocidental.

relatório afirma que os métodos de geoengenharia podem ser divididos em duas classes básicas: “1) Técnicas de remoção de dióxido de carbono (CDR, na sigla em inglês) que removem CO₂ da atmosfera; 2) Técnicas de gerenciamento da radiação solar (SRM, na sigla em inglês) que refletem uma pequena porcentagem da luz do sol e calor de volta ao espaço” (2009, p. ix). As técnicas de remoção de dióxido de carbono (CDR) abordam, na sua maioria, a causa *base* da mudança climática, defendendo a remoção de GEE da atmosfera. As técnicas de gerenciamento de radiação solar (SRM) tentam compensar os efeitos do aumento das concentrações de GEE, fazendo com que a Terra absorva menos radiação solar. Frequentemente, discute-se os dois métodos separadamente, pois eles funcionam de maneiras diferentes (HOURDEQUIN, 2015, p. 164). Para produzir o efeito da CDR, as propostas incluem plantar árvores para absorver dióxido de carbono adicional, melhorar os processos naturais para remover CO₂ da atmosfera, aumentar a absorção oceânica de CO₂, por exemplo, com a fertilização de nutrientes naturalmente escassos. Várias técnicas foram propostas para produzir o efeito da SRM, desde iluminar a superfície da Terra (por exemplo, pintar os tetos das casas e outras superfícies de branco para aumentar a refletância da superfície da Terra), introduzir alguma matéria reflexiva na atmosfera (por exemplo, injeção de aerossóis de sulfato na estratosfera para espalhar e bloquear a radiação recebida) ou inserir algum material de dispersão de luz no espaço entre o Sol e a Terra (por exemplo, instalar espelhos espaciais).

Geralmente, as preocupações éticas são endereçadas às técnicas de SRM. Isso porque, a CDR parece enfrentar as causas do aquecimento global. De acordo com Preston, “como as formas de CDR (por exemplo, a captura direta de ar) são escalonáveis e se parecem muito com o controle da poluição, é comum perceber a CDR como menos moralmente problemática do que a SRM” (2013, p. 24). Além disso, uma vez que algumas formas de CDR (por exemplo, o reflorestamento) parecem imitar ou melhorar processos naturais existentes, a percepção pública da CDR tende a ser mais favorável do que em relação a tecnologias que parecem menos naturais, como aerossóis estratosféricos ou espelhos espaciais. Por esses motivos, o Relatório da Royal Society recomendou a CDR ao invés do SRM afirmando que “as técnicas de CDR oferecem uma abordagem de longo prazo para lidar com a mudança climática do que os métodos de SRM e geralmente têm menos incertezas e riscos” (2009, p. 58). Apesar disso, é importante salientar que certas estratégias de CDR podem alterar seriamente alguns sistemas ecológicos. Por exemplo, fertilizar o oceano pode alterá-lo quimicamente e criar “zonas mortas” ou anóxicas, isto é, áreas sem oxigênio no oceano, alterando os ecossistemas marinhos.

2.1 OS PROBLEMAS ÉTICOS QUE SURGEM COM A SRM

Uma das grandes questões éticas que surge com o SRM é se podemos “manipular o clima intencionalmente em escala global” (JAMIESON, 1996). Algumas críticas descrevem a geoengenharia como “brincar de Deus” e, portanto, algo arrogante que os seres humanos pretendem realizar. Mas seus defensores argumentam que os seres humanos já exercem grande influência sobre o clima da Terra. Então, por que seria errado exercer essa influência intencionalmente, ao invés de “acidentalmente” como fazemos com a queima de combustíveis fósseis? De acordo com Jamieson, isso levanta questões sobre se temos uma maior responsabilidade por mudar intencionalmente o clima do que alterar o clima como um efeito colateral de outras atividades (JAMIESON, 1996, p. 326).

O gerenciamento da radiação solar (SRM) também levanta questões de consentimento e justiça processual. Corner e Pidgeon (2010) colocam algumas questões: quem vai decidir quando e como implantar o SRM? O que é exigido para essa decisão ser eticamente legítima? Quais formas de consentimento são apropriadas ou necessárias? Essas questões sobre quem participa e quem decide se faz a geoengenharia são críticas realizadas, pois as pessoas que contribuíram menos para mudança do clima e são mais suscetíveis a sofrer o maior peso dos impactos são as mesmas que estão em perigo de ter a menor voz nas decisões sobre a geoengenharia.

Outra questão ética que merece destaque diz respeito a incerteza e risco de se saber como antecipar os efeitos da geoengenharia no sistema do clima. Se forem injetados aerossóis de sulfato na estratosfera, quais efeitos colaterais não intencionais vamos ter? Os primeiros modelos dessa técnica sugeriram que sua aplicação poderia piorar o buraco da camada de ozônio e que “modificaria as monções⁸ de verão asiáticas e africanas, reduzindo a precipitação e, assim, (como as mudanças climáticas), potencialmente impactando o suprimento de alimentos a bilhões de pessoas” (ROYAL SOCIETY, 2009, 31). Além disso, a técnica de SRM de injeção de sulfato pode alterar os processos de formação de nuvens que podem acentuar ou reduzir o seu efeito de resfriamento.

Uma outra crítica endereçada ao SRM diz que se ela for colocada em prática sem a mitigação de GEE ela irá nos aprisionar perpetuamente e nos tornar dependentes da geoengenharia. Segundo Jamieson, as estruturas institucionais e humanas desenvolvidas para pesquisar uma tecnologia emergente funcionam como “um grupo de interesse que promove o desenvolvimento da tecnologia que estão investigando” (2013, p. 333). Quanto mais tempo e dinheiro são investidos em pesquisa, mais difícil se torna impedir que a tecnologia avance para a implementação. Se o SRM ocorrer enquanto os GEE continuarem a se acumular na atmosfera, a interrupção da geoengenharia poderia resultar numa mudança do clima ainda mais rápida e catastrófica.

8. Vento periódico, de ciclo anual, típico do sul e do sudeste da Ásia.

Muitos comentadores consideram que o desenvolvimento de tecnologias de geoengenharia é ainda muito especulativo e uma pesquisa mais aprofundada sobre suas características técnicas, ambientais, éticas e econômicas é necessária antes que seu uso possa ser realizado. Por esses motivos e pelos possíveis problemas acima apontados, uma abordagem baseada no princípio da *precaução* poderia rejeitar os riscos de novas tecnologias, tais como, a geoengenharia, principalmente as classificadas como SRM. O princípio da precaução sugere que tomemos medidas para proteger a saúde humana e ambiental quando nossas ações as colocam em risco, mesmo que a natureza e magnitude precisas dos riscos sejam desconhecidas. Desse modo, ele prioriza e considera central a proteção do meio ambiente e da saúde humana. O princípio da precaução foi incorporado em algumas declarações de política ambiental. Por exemplo, na Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ONU, 1992), o Princípio 15 afirma:

Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

Segundo alguns comentadores (TEDSEN; HOMANN, 2013), essa é uma das versões do princípio da precaução mais utilizada. O princípio também foi incorporado pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em seu artigo 3:

As Partes devem adotar medidas de precaução para prever, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos. Quando surgirem ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar essas medidas, levando em conta que as políticas e medidas adotadas para enfrentar a mudança do clima devem ser eficazes em função dos custos, de modo a assegurar benefícios mundiais ao menor custo possível. Para esse fim, essas políticas e medidas devem levar em conta os diferentes contextos sócioeconômicos, ser abrangentes, cobrir todas as fontes, sumidouros e reservatórios significativos de gases de efeito estufa e adaptações, e abranger todos os setores econômicos. As Partes interessadas podem realizar esforços, em cooperação, para enfrentar a mudança do clima.

Tedsen & Homann (2013) afirmam que o princípio da precaução pode ser usado tanto em argumentos a favor quanto em argumentos contra a geoengenharia. Por um lado, o princípio pode defender a cautela na engenharia do clima para minimizar os riscos das técnicas propostas para o meio ambiente e a saúde. Por outro lado, também pode-se argumentar que a engenharia do clima é uma medida preventiva contra os riscos conhecidos da mudança climática. Portanto, de acordo

com Tedsen & Homann, no âmbito da geoengenharia, a aplicação concreta do princípio da precaução permanece ambígua (2013, p. 91). Mas dado que as emissões globais de GEE continuam a aumentar e as previsões da crise climática estão se tornando cada vez mais severas, o conceito de engenharia climática tem recebido crescente atenção.

Rayner *et all* oferecem vários motivos para darmos atenção a geoengenharia (2013, p. 03). Eles destacam que “[a] preocupação com o lento processo de negociações internacionais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) é a principal razão para o interesse pela geoengenharia” (RAYNER, 2013, p. 03). Além disso, as reduções das emissões de GEE podem não ser suficientes para enfrentar a crise climática. Como observa Hourdequin, “mesmo se parássemos de emitir GEEs hoje, estaríamos comprometidos com um aquecimento climático significativo no próximo século, devido à longa vida útil dos GEE na atmosfera” (2015, p. 175). Por isso, para muitos comentadores a pesquisa em geoengenharia é necessária. Diante dessas dificuldades, alguns princípios foram elaborados para guiar a pesquisa sobre geoengenharia e sua implementação.

3 PRINCÍPIOS ÉTICOS PARA A GEOENGENHARIA

Os desafios lançados pelo desenvolvimento de tecnologias de geoengenharia atingem diferentes áreas de pesquisa, a saber, desde a ciência do clima, engenharia, direito, economia, ética etc. O relatório da Royal Society defende que “a aceitabilidade da geoengenharia será determinada tanto por questões sociais, legais e políticas quanto por fatores científicos e técnicos. Existem questões de governança sérias e complexas que precisam ser resolvidas” (ROYAL SOCIETY, 2009, p.ix). Sendo assim, o relatório recomenda “o desenvolvimento e a implementação de estruturas de governança para orientar tanto a pesquisa quanto o desenvolvimento (...) e a possível implantação” (ROYAL SOCIETY, 2009, p. xi).

Embora haja uma presunção geral em muitas nações democráticas em relação à liberdade de investigação científica, a natureza controversa da geoengenharia gerou várias tentativas de fornecer princípios éticos para governar a pesquisa e para sua implantação. Uma das primeiras tentativas foram os chamados “Princípios de Oxford”, submetidos ao Comitê de Ciência e Tecnologia da Câmara dos Comuns do Reino Unido em dezembro de 2009. Eles são os seguintes:

Princípio 1: A geoengenharia deve ser regulamentada como um bem público. (...)

Princípio 2: Participação pública na tomada de decisões de geoengenharia. (...)

Princípio 3: Divulgação de pesquisa em geoengenharia e publicação aberta de resultados. (...)

Princípio 4: Avaliação independente dos impactos. (...)

Princípio 5: Governança antes da implantação. (RAYNER, 2013, p. 04-05)

Os Princípios de Oxford não são os únicos princípios propostos para a geoengenharia, mas são considerados os mais influentes. Os seguintes argumentos são apresentados para a defesa desses princípios. Em relação ao princípio 1, os autores afirmam que o setor privado não deve ser proibido de fornecer técnicas de geoengenharia. Ele poderia inclusive ser incentivado a garantir que a implementação de uma técnica adequada possa ser efetuada de maneira *oportuna e eficiente*. Todavia, os autores destacam que a regulamentação de tais técnicas deve ser realizada para o interesse público e pelos órgãos competentes em níveis nacionais e internacionais.

Pelo princípio 2, fica estabelecido que aqueles que conduzem as pesquisas de geoengenharia estão obrigados, sempre que possível, a notificar, consultar e, idealmente, obter o consentimento prévio informado daqueles que são afetados pelas atividades de pesquisa. A identidade das partes afetadas dependerá da técnica específica que está sendo pesquisada. Por exemplo, “uma técnica que capture dióxido de carbono do ar e sequestra-o geologicamente dentro de um território de um único estado provavelmente exigirá a consulta e a concordância apenas no âmbito nacional ou local” (RAYNER, 2013, p. 05). Por outro lado, uma técnica que envolve a mudança do albedo do planeta pela injeção de aerossóis na estratosfera provavelmente exigirá um acordo global.

O princípio 3 assegura a divulgação completa dos planos de pesquisa e publicação aberta dos resultados, a fim de facilitar uma melhor compreensão dos riscos e tranquilizar a população quanto à integridade desse processo. É essencial que os resultados de toda a pesquisa, incluindo os resultados negativos, possam ser disponibilizado publicamente.

O princípio 4, por sua vez, considera a avaliação independente dos impactos. Uma avaliação dos impactos da pesquisa em geoengenharia deve ser realizada por um órgão independente daqueles que realizam a pesquisa. Quando as técnicas tiverem provavelmente um impacto para além das fronteiras, essa avaliação deve ser realizada através dos órgãos regionais e ou internacionais apropriados. As avaliações devem abordar os impactos ambientais e socioeconômicos da pesquisa, incluindo a mitigação dos riscos de ficar aprisionado a tecnologias específicas ou a interesses adquiridos.

Finalmente, o princípio 5 assegura que quaisquer decisões relacionadas à implantação devem ser tomadas somente com estruturas de governança robustas que já estão em vigor, usando regras e instituições existentes sempre que possível. Como pode ser observado, os princípios de Oxford são relevantes por defender que a geoengenharia não deve ser orientada pelo lucro, mas sim pelo bem comum e pelo compromisso de que haja participação pública na tomada de decisões sobre sua

aplicação. Além disso, os princípios demonstram compromisso com a transparência das pesquisas, a consideração dos riscos e impactos à população e ao meio ambiente e a ampla divulgação dos resultados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi visto, temos fortes razões para enfrentar a mudança do clima tanto em termos de mitigação de seus efeitos quanto para financiar tecnologias e defesas de adaptação. Ao lado das duas abordagens tradicionais de mitigação e adaptação, vimos que há método complementar para lidar com a mudança climática, a saber, a geoengenharia. A geoengenharia prevê realizar intervenções intencionais em larga escala em processos ecológicos e climáticos para neutralizar os efeitos da mudança do clima. Conforme o exposto, o debate sobre a geoengenharia é altamente polarizado. Por um lado, ela é vista como uma política de segurança crucial que pode nos proteger da nossa falta de competência para enfrentar a raiz do problema da mudança do clima. Por outro lado, ela pode ser avaliada como uma “solução técnica” (*technofix*) e como uma desculpa para não enfrentar as reais causas da mudança do clima, tais como o crescimento da população e as altas emissões de GEE. Pode-se perceber, numa avaliação crítica, que há muitas preocupações éticas para se levar em consideração a geoengenharia e sua discussão certamente não envolve apenas questões técnicas, mas políticas, sociais e morais.

Diante de tantas preocupações, questiona-se por que as *soluções tecnológicas* aos problemas ambientais são tão facilmente aceitas e procuradas. Como visto, uma razão que geralmente é apresentada pelos eticistas é o otimismo tecnológico. As pessoas acreditam, baseadas em experiências anteriores, no potencial das inovações tecnológicas para melhorar vidas e solucionar problemas. Outra razão, é que as *soluções tecnológicas* não exigem geralmente significativas mudanças comportamentais e institucionais. As propostas apresentadas pela geoengenharia *geralmente* não exigem que as pessoas reduzam seu uso de energia ou que os países façam a transição para o uso de energia de baixa emissão de CO₂. Assim, se uma solução tecnológica funcionar, ela parece eliminar a necessidade de exigir mudanças das pessoas ou de buscar mudanças políticas e estruturais difíceis de serem realizadas e potencialmente dispendiosas. Há, portanto, uma distinção ética importante entre tecnologias que são desenvolvidas para remediar efeitos problemáticos e aquelas que são desenvolvidas para prevenir problemas. No caso do aquecimento global, a prevenção é preferível ao tratamento e remediação. Como visto, as razões para a busca da geoengenharia são variadas e podem ser problemáticas. Desse modo, a proposta apresentada pelos princípios de Oxford pode assegurar um meio seguro,

efetivo e acessível para a geoengenharia alcançar a diminuição do aquecimento global.

Para concluir, deve-se deixar claro que aqueles que se opõem às *reparações tecnológicas* não necessariamente se opõem às *novas* tecnologias. A objeção à *solução tecnológica* diz respeito ao emprego da tecnologia de um modo particular, a saber, apenas tentar desfazer danos depois de terem ocorrido e não enfrentar as causas da mudança do clima. Portanto, não há contradição em se opor às *soluções tecnológicas* e, ao mesmo tempo, apoiar a inovação tecnológica e sua disseminação para prevenir problemas ambientais. Assim, pode-se contestar a geoengenharia e ao mesmo tempo apoiar a inovação de geração de energia alternativas, por exemplo, aumentar a geração de energia solar, eólica, carros movidos a hidrogênio etc. Ou seja, a geoengenharia não pode ser considerada a solução para todos os problemas e dificuldades relacionados a mudança climática.

REFERÊNCIAS:

CANEY, Simon. Cosmopolitan Justice, Responsibility, and Global Climate Change. *Leiden Journal of International Law*, 2005, vol. 18, 747–75.

_____. Climate Change and the Duties of the Advantaged. *Critical Review of International Social and Political Philosophy*, 2010. vol. 13. 203-228.

HARDIN, Garrett. “The Tragedy of the Commons,” *The Social Contract*, Fall 2001 p. 26-35. Disponível em: https://www.garretthardinsociety.org/articles_pdf/tragedy_of_the_commons.pdf

_____. “Living on a Lifeboat”. *The Social Contract*, Fall 2001, p. 36-47. Disponível em: https://www.garretthardinsociety.org/articles/art_living_on_a_lifeboat.html

HOURDEQUIN, M. *Environmental Ethics. From theory to practice*. London: Bloomsbury Academic, 2015.

IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summaries, Frequently Asked Questions, and Cross-Chapter Boxes. A Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., et al (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 190 pp. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B.

Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em: <https://wg1.ipcc.ch/publications/wg1-ar4/ar4-wg1-faqs.pdf>

JAMIESON, D. Ethics and intentional climate change. *Climatic Change* 1996, 33: 323–336.

_____. *Ethics and the Environment. An Introduction*. New York: Cambridge University Press, 2008.

KATZ, Eric. The Big Lie: Human Restoration of Nature. In: LIGHT, A. & ROLSTON, H. *Environmental Ethics: An Anthology*. Cambridge, UK: Blackwell Publishers, 2003. pp. 390-97.

MOELLENDORF, D. Treaty norms and climate change mitigation. *Ethics and International Affairs* 23 (3):247-265 (2009b)

_____. *Global Inequality Matters*. Palgrave Macmillan: Basingstoke, 2009a.

O'NEILL, O. As perplexidades morais do alívio da fome. In: BONJOUR, L. & BAKER, A. *Filosofia: textos fundamentais comentados*. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 441-454

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Acordo de Paris*. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acordodeparis/>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992. Disponível em: www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/agenda21/Declaracao_Rio_Meio_Ambiente_Desenvolvimento.pdf

OXFAM. Extreme Carbon Inequality. Why the Paris climate deal must put the poorest, lowest emitting and most vulnerable people first. 2015 Acessado em: 18/07/2016. Disponível em: https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/mb-extreme-carbon-inequality-021215-en.pdf

PRESTON, Christopher J., “Ethics and Geoengineering: Reviewing the Moral Issues Raised by Solar Radiation Management and Carbon Dioxide Removal” (2013). Philosophy Faculty Publications. Paper 9. Disponível em: http://scholarworks.umt.edu/philosophy_pubs/9

RAYNER, S., et all. The Oxford Principles. *Climatic Change* 2013, 121, 499-512.

SANDLER, R. *Environmental Ethics: Theory in Practice*. Oxford: Oxford University Press, 2018.

SHUE, Henry. 1993. "Subsistence Emissions and Luxury Emissions." *Law and Policy* 15: 39–59.

_____. 1999. "Global Environment and International Inequality." *International Affairs* 75: 531–45.

_____. *Basic Rights: Subsistence, Affluence, and U.S. Foreign Policy*. Princeton: Princeton University Press, 1980.

SINGER, Peter. *Fome, afluência e moralidade*. In: BONJOUR, L. & BAKER, A. *Filosofia: textos fundamentais comentados*. Porto Alegre: Artmed, 2010. p.424-429

TEDSEN, Elizabeth & HOMANN, Gesa. Implementing the Precautionary Principle for Climate Engineering. *Carbon & Climate Law Review*. Vol. 7, no. 2 (2013), p. 90-100. <http://www.jstor.org/stable/24323936>.

THE ROYAL SOCIETY. Geoengineering the climate: science, governance, and uncertainty 2009. Disponível em: https://royalsociety.org/-/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2009/8693.pdf (Acessado em Março 07, 2019).

WCED/ONU. *Our Common Future*, United Nations General Assembly, Report of the World Commission on Environment and Development, 1987. Acessado em 02/08/2016. Disponível em: <http://www.un-documents.net/ocf-a1.htm>

WHITE, L. The Historical Roots of Our Ecologic Crisis. *Science*, New Series, Vol. 155, No. 3767 (Mar. 10, 1967), pp. 1203-1207. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1720120>

WIDDOWS, Heather. *Global Ethics*. Acumen, Durham U.K., 2011.